

Wachstum und Ernährungszustand

Entwicklung der wichtigsten ertragskundlichen Kenngrößen des Fichtenaltbestandes im Höglwald in der 6jährigen Beobachtungsperiode zwischen 1983 und 1988

Von H. RÖHLE

1 Einleitung

Die ertragskundliche Analyse vor Beginn der experimentellen Behandlung belegte die außerordentliche Wuchskraft des Fichtenaltbestandes im Höglwald, der sowohl hinsichtlich des Höhenwachstums als auch bezüglich Grundflächen- und Vorratsleistung die Oberhöhenbonität 40 der Fichten-Ertragstafel ASSMANN/Franz (1963), oberes Ertragsniveau, deutlich übertrifft (RÖHLE 1986). Nach nunmehr 6jähriger Beobachtungsdauer soll im folgenden untersucht werden, wie sich die wichtigsten ertragskundlichen Kenngrößen in diesem Zeitraum entwickelt haben. Außerdem wird geprüft, ob die seit 1984 durchgeführten Behandlungsvarianten (Beregnung normal, Beregnung sauer, mit und ohne Kompensationskalkung usw.) die mittleren Durchmesser- bzw. Grundflächenzuwächse der Fichten auf den 8 Meßparzellen in unterschiedlichem Maße beeinflusst haben.

2 Ertragskundliche Wiederholungsaufnahme

Die Anlage und die ertragskundliche Erstaufnahme der Meßparzellen wurde im Frühjahr 1983 vorgenommen, die Zweitaufnahme wurde sechs Vegetationsperioden später, im Herbst 1988, durchgeführt. Bei der Zweitaufnahme wurden die Durchmesser- und Höhenmessungen wiederholt und die Zuwachsgrößen für die Meßparzellen durch einen Vergleich mit den bei der Erstaufnahme erhobenen Daten berechnet. Auf Zuwachsuntersuchungen an Bohrspänen sowie auf Probebaumfällungen wurde im Interesse einer ungestörten Versuchsfortführung verzichtet (vgl. Abschnitt 5, weitere Planungen). Außergewöhnliche Beeinträchtigungen waren auf den Meßparzellen nicht zu verzeichnen, lediglich auf Parzelle A1 (Kontrolle unbehandelt) waren 3 Fichten während der Beobachtungsperiode durch Windwurf ausgefallen. Um auch für diese Fläche zu aussagefähigen Ergebnissen zu gelangen, mußte die Berechnung der ertragskundlichen Grunddaten für den Ausgangszustand (zu Beginn der Beobachtung im Jahre 1983) auf Basis der bei der Zweitaufnahme 1988 noch stehenden Fichten korrigiert werden. Die in dieser Arbeit für die Parzelle A1 aufgelisteten Werte weichen deswegen von den in der Erstveröffentlichung (RÖHLE 1986) angegebenen Daten ab.

3 Entwicklung der ertragskundlichen Grunddaten

Abbildung 1 zeigt die Verlagerung der Bestandeshöhenkurve in dem 6jährigen Beobachtungszeitraum. Dabei fällt auf, daß die Höhenkurve der Zweitaufnahme in allen Durchmesserbereichen deutlich über der Kurve der Erstaufnahme verläuft. Auch in den oberen Durchmesserklassen über 50 cm Bhd ist in dem mittlerweile 82jährigen Bestand noch kein nennenswertes Nach-

lassen der Höhenwuchsleistung feststellbar. Dies unterstreichen auch die bei der Erstaufnahme analysierten 9 Probestämme (je 3 Bäume aus den Vitalitätsklassen 0, 1 und 2), die alle dem mittleren Durchmesserbereich angehörten und in den letzten Jahren vor der Entnahme laufende jährliche Höhenzuwächse von 20 bis 30 cm zeigten. Lediglich die 3 Fichten der Vitalitätsklasse 2 wiesen in den beiden Jahren vor der Entnahme geringere laufende Höhenzuwächse von 10 bis 20 cm auf.

Tabelle 1 vermittelt einen Überblick über die Entwicklung der ertragskundlichen Grunddaten der 8 Meßparzellen in der 6jährigen Beobachtungsperiode im Vergleich zu den Angaben der Fichten-Ertragstafel ASSMANN/FRANZ, Oberhöhenbonität 40, oberes Ertragsniveau. Die in der Tabelle zusammengestellten ertragskundlichen Kennwerte liegen ausnahmslos über den entsprechenden Tafelangaben. Besonders augenfällig sind die hohen Grundflächenhaltungen bis zu 87,4 m²/ha (Tafelwert 66,9 m²/ha), was einem Bestockungsgrad von über 1,3 entspricht, und die außerordentlichen Vorräte von bis zu 1433 VfmD/ha (Tafelwert 1004 VfmD/ha). Die laufenden jährlichen Volumenzuwächse liegen trotz der hohen Vorratshaltungen mit Werten zwischen 21,8 VfmD/ha und 27,5 VfmD/ha ebenfalls deutlich über den aus der Ertragstafel berechneten Zuwachswerten von ca. 21,6 VfmD/ha. Die mittleren, jährlichen Zuwachsprozente, bezogen auf den Ausgangsvorrat im Jahr 1983, erreichen auf den Meßparzellen Werte zwischen 1,92 und 2,52. Nicht verwunderlich dabei ist, daß das Zuwachsprozent auf der Parzelle A2 mit 1,92 trotz eines laufenden jährlichen Volumenzuwachses von 24,7 VfmD/ha den niedrigsten Wert aller Untersuchungseinheiten annimmt, da diese Parzelle mit einem Vorrat von 1433 VfmD/ha ca. 100 bis 200 VfmD/ha über den Vorratshaltungen der übrigen Parzellen liegt.

Die im Höglwald ermittelten Vorräte bzw. Zuwächse sind in Südbayern nicht unbedingt als

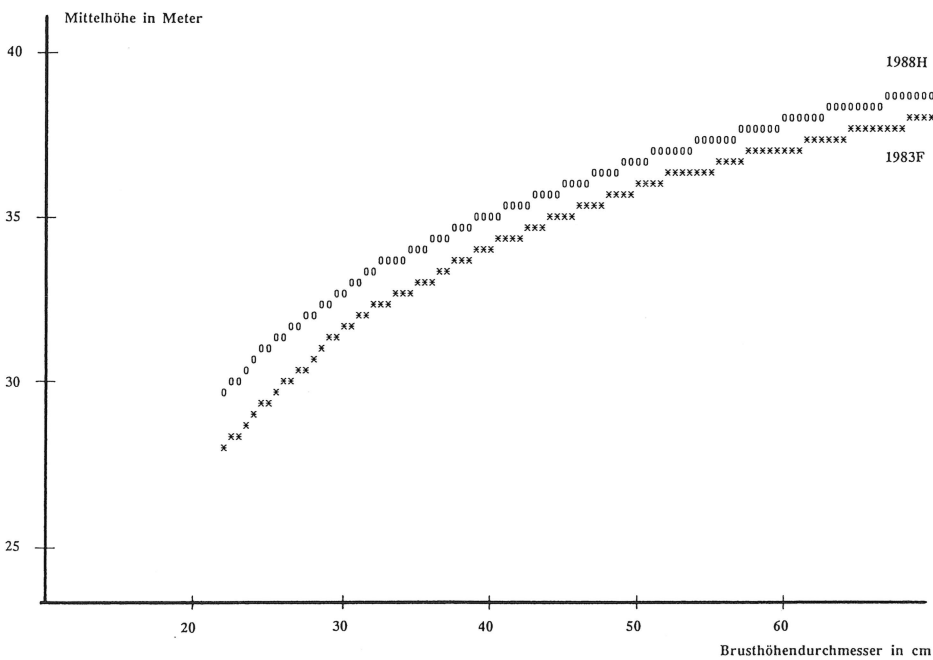


Abb. 1. Bestandshöhenkurven für den Untersuchungsbestand, Ausgleichsfunktion nach PETERSON, Bestimmtheitsmaß 0.6243 für die Höhenkurve der Erstaufnahme bzw. 0.6569 für die Höhenkurve der Zweitaufnahme

Fig. 1. Stand height curves for the research stand. Adjustment function according to PETERSON; coefficients of determination 0.6243 and 0.6569, respectively, for the height curve of the initial and second inventory

Tabelle 1. Entwicklung der ertragskundlichen Kenngrößen des 82jährigen Untersuchungsbestandes während der 6jährigen Beobachtungsperiode

Table 1. Development of growth and yield criteria of the 82-year-old research stand during the 6-year observation period

Alter des Untersuchungsbestandes zum Aufnahmezeitpunkt 1988: 82 Jahre
 Hauptbaumart Fichte, einige eingesprengte Buchen
 Bestockungsgrade der Meßparzellen 1,03 bis 1,31 nach der Fichten-Ertragstafel ASSMANN/FRANZ, Bonität 0 40
 Größe der gesamten Untersuchungsfläche 0,72 ha
 Größe der einzelnen Meßparzelle 0,09 ha
 Aufnahmejahr 1983 F: Aufnahme im Frühjahr 1983 vor Beginn der Vegetationszeit
 1988 H: Aufnahme im Herbst 1988 nach Ende der Vegetationszeit

Behandlungsart	Aufnahme	Alter in Jahren	N/ha	Grundfläche in m ² /ha	Vorrat in VfmD/ha	Mitteldurchmesser in cm	Oberdurchmesser in cm	Mittelhöhe in m	Oberhöhe in m	Zuwachs VfmD/ha und Jahr	Zuwachsprozent (VfmD/ha)
A1 ¹	1983 F	76	678	62,6	978	34,3	43,7	32,7	34,8	23,2	2,37 %
	1988 H	82	678	68,8	1117	36,0	46,4	34,2	36,2		
B1	1983 F	76	611	71,4	1128	38,6	51,3	33,8	36,0	25,0	2,22 %
	1988 H	82	611	78,8	1278	40,4	53,9	35,1	37,2		
C1	1983 F	76	589	68,9	1092	38,6	49,7	33,8	35,8	27,5	2,52 %
	1988 H	82	589	76,8	1257	40,6	52,5	35,2	37,1		
A2	1983 F	76	567	80,6	1285	42,6	54,1	34,6	36,3	24,7	1,92 %
	1988 H	82	567	87,4	1433	44,3	57,0	35,9	37,6		
B2	1983 F	76	600	72,4	1149	39,2	49,2	33,9	35,7	24,2	2,11 %
	1988 H	82	600	79,0	1294	41,0	51,5	35,2	36,9		
C2	1983 F	76	644	66,0	1037	36,1	48,3	33,2	35,6	21,8	2,10 %
	1988 H	82	644	71,9	1168	37,7	51,2	34,6	36,9		
S1	1983 F	76	500	72,2	1153	42,9	51,9	34,9	36,1	27,5	2,39 %
	1988 H	82	500	80,3	1318	45,2	56,0	36,0	37,5		
S2	1983 F	76	589	69,3	1097	38,7	51,3	33,8	36,0	22,3	2,03 %
	1988 H	82	589	75,4	1231	40,4	53,9	35,1	37,2		

¹ Baumzahl der Aufnahme 1983 F auf die 1988 H noch vorhandenen Bäume reduziert (Windwurf von drei Fichten zwischen 1983 und 1988)

Fi-Et Ass./FRANZ										
Bonität 0 40	75	744	65,0	939	33,3	-	32,0	35,0	21,6 ²	-
	80	684	66,9	1004	35,3	-	33,4	36,2		

² Berechnung des Zuwachses nach den Angaben der Ertragstafel unter Berücksichtigung des ausscheidenden Bestandes

Behandlungsarten:	A1	Kontrolle unbehandelt	A2	Kontrolle gekalkt
	B1	Beregnung sauer	B2	Beregnung sauer gekalkt
	C1	Beregnung normal	B2	Beregnung gekalkt
	S1, S2	Sonderflächen ohne Behandlung		

Sonderfall anzusehen. Ähnlich hohe Wuchsleistungen wurden beispielsweise in einem 39jährigen Fichtenbestand im Stadtwald Augsburg (RÖHLE/HEISS 1988) bzw. im Alpenvorland auf einer 126jährigen Fichten-Dauerversuchsfläche des Lehrstuhles für Waldwachstumskunde der Universität München im Bereich des Forstamtes Schongau nachgewiesen (MEYER/RÖHLE/JUR-SCHITZKA 1985).

4 Auswirkung der Behandlungsvarianten auf Durchmesser- und Grundflächenzuwachs der 8 Meßparzellen

Vorrangiges ertragskundliches Untersuchungsziel im Höglwald ist die Beantwortung der Frage, ob die seit 1984 durchgeführten Behandlungsvarianten die Wuchsleistungen auf den 8 Meßparzellen in unterschiedlichem Maße beeinflusst haben. Im folgenden wird geprüft, inwieweit sich beim periodischen Durchmesser-(DZ) oder Grundflächenzuwachs (GZ) zwischen den einzelnen Meßparzellen Unterschiede herausarbeiten lassen. Bei Bäumen in Waldbeständen handelt es sich im statistischen Sinne nicht um voneinander unabhängige, zufallsverteilte Stichproben, weshalb varianzanalytische Verfahren, die jeden Einzelbaum als Stichprobeneinheit auffassen, keine Verwendung finden dürfen. Aus diesem Grund wurden die mit Hilfe des Programmes BMDP1V (One-Way Analysis of Variance and Covariance) parzellenweise berechneten Periodenmittel für DZ und GZ auch nicht zur weiteren, statistischen Interpretation der Ergebnisse, sondern nur zur Ableitung von Trendaussagen benutzt. Da der Grundflächenzuwachs eines Baumes ganz wesentlich von seinem Durchmesser abhängig ist, wurde der dimensionsbedingte Einfluß durch die Berücksichtigung der Variablen „Brusthöhendurchmesser“ als Kovariante bei der Berechnung von GZ eliminiert.

Ein Vergleich der mittleren, periodischen Durchmesserzuwächse (Tab. 2) zeigt keinen eindeutigen Trend: Zwar ist der Variationsbereich von minimal 1,54 cm (Parzelle C2, Beregnung gekalkt) bis maximal 2,0 cm (Parzelle S2, ohne Behandlung) doch recht beachtlich, eine Unterlegenheit der sauer berechneten Meßfläche oder eine ebenso plausible Überlegenheit der gekalkten Parzellen ist allerdings nicht zu erkennen. Außerdem unterscheiden sich auf den beiden unbehandelten Sonderflächen S1 und S2 die Durchmesserzuwächse mit 1,66 cm bzw. 2,0 cm ebenfalls stark.

Die in Tabelle 2 zusammengestellten, um den Einfluß der Kovariaten bereinigten periodischen Grundflächenzuwächse zeigen auf den ersten Blick ausgeprägte Unterschiede: Bei näherer Betrachtung wird jedoch deutlich, daß die festgestellten Abweichungen nicht auf die Behandlungsvarianten, sondern auf die nicht ganz einheitlichen Konkurrenzsituationen der Einzelbäume auf den 8 Meßparzellen zurückzuführen sind. So zeigt beispielsweise die Parzelle A2 (Kontrolle gekalkt) einen deutlich niedrigeren adjustierten Mittelwert des Grundflächenzuwachses als die übrigen Parzellen. Dies ist allerdings allein auf die wesentlich höhere Grundflächenhaltung (87,4 qm/ha) auf dieser Meßparzelle zurückzuführen, wodurch der jeder Fichte im Durchschnitt zur Verfügung stehende Wuchsraum kleiner ist und infolgedessen die Zuwachsleistungen bei gleichen Durchmessern geringer ausfallen. Daß die Parzelle A2 bezüglich der hektarbezogenen Leistungsgrößen mit den übrigen Flächen durchaus mithalten kann, zeigt der eindrucksvolle jährliche Volumenzuwachs von 24,7 VfmD/ha (Tab. 1). Der ebenfalls auffällige, deutlich höhere Mittelwert der Parzelle A1 ist auf die relativ geringe Grundflächenhaltung (68,8 qm/ha) dieser Parzelle und dem daraus resultierenden größeren Wuchsraum je Baum zurück-

Tabelle 2. Mittlere periodische Durchmesser- und Grundflächenzuwächse für die acht Meßparzellen

Table 2. Mean periodic diameter and basal area increment on the eight measurement plots

Meßparzelle	Durchmesserzuwachs in cm	adjustierter Grundflächenzuwachs in qcm
A1 Kontrolle unbehandelt	1,57	131,1
B1 Beregnung sauer	1,70	113,5
C1 Beregnung normal	1,91	125,0
A2 Kontrolle gekalkt	1,70	90,4
B2 Beregnung sauer gekalkt	1,84	118,9
C2 Beregnung gekalkt	1,54	121,0
S1 Sonderfläche	2,00	106,1
S2 Sonderfläche	1,66	109,3

zuführen. Die adjustierten Gruppenmittelwerte der übrigen Parzellen streuen nicht nennenswert, behandlungsbedingte Trends lassen sich nicht herausarbeiten.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß für den 6jährigen Beobachtungszeitraum bisher weder beim Durchmesserzuwachs noch beim Grundflächenzuwachs behandlungsbedingte Unterschiede der Wuchsleistungen auf den 8 Meßparzellen aufscheinen.

5 Weitere Planungen

Nach Beendigung der Berechnung soll eine intensive ertragskundliche Analyse des gesamten Untersuchungsbestandes abschließende Auskunft über die Auswirkungen der verschiedenen Behandlungsvarianten geben. Dazu wird neben eingehenden Zuwachsanalysen anhand von Bohrspanproben auch eine größere Anzahl von Probebaumfällungen erforderlich sein, um eventuelle Beeinflussungen des Höhenzuwachsanges oder Änderungen der Förmigkeit meßtechnisch einwandfrei erfassen zu können. Die insgesamt befriedigende Bestandsstabilität gibt außerdem zu der berechtigten Hoffnung Anlaß, die kommenden Beobachtungsjahre bis zum Abschluß des Experimentes ohne nennenswerte Ausfälle durch Windwurf oder Schneebruch zu überstehen; ein im Hinblick auf eine möglichst exakte waldwachstumskundliche Auswertung nicht unerheblicher Gesichtspunkt.

Zusammenfassung

Die bei der Zweitaufnahme erhobenen Daten bestätigen die bereits bei der Anlage der Probefläche im Jahr 1983 festgestellte außerordentliche Wuchskraft des Untersuchungsbestandes. Im 6jährigen Beobachtungszeitraum konnten bisher weder für den Durchmesserzuwachs noch für den Grundflächenzuwachs behandlungsbedingte Unterschiede der Wuchsleistungen auf den 8 Meßparzellen herausgearbeitet werden.

Summary

Development of the most important growth and yield data of the old spruce stand in the Höglwald during the 6-year observation period between 1983 and 1988

Data collected during the second inventory confirm the remarkable growth potential of the research stand which already had been found when the experimental area was established in 1983. During the 6-year observation period, no differences due to treatment, neither for diameter nor for basal area increment, could be determined so far on the eight measurement plots.

Literatur

- ASSMANN, E.; FRANZ, F., 1963: Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern, München.
 MEYER, F.; RÖHLE, H.; JURSCHITZKA, P., 1985: Fichtendurchforstungsversuche Sachsenried 67 und 68 - Forstamt Schongau. Exkursionsführer MWW-EF 44. München.
 RÖHLE, H., 1986: Ertragskundliche Zustandserfassung und Zuwachs des Fichtenaltbestandes im Höglwald vor der experimentellen Behandlung, Forstw. Cbl. 105, 283-287.
 RÖHLE, H.; HEISS, A., 1988: Die Wuchsleistung von *Abies grandis* im Stadtwald Augsburg im Vergleich zu Douglasie und Fichte, AFZ 43 (25), 311-312.

Anschrift des Verfassers: Dr. HEINZ RÖHLE, Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, Amalienstraße 52, W-8000 München 40, Bundesrepublik Deutschland

Ökosystemforschung Höglwald

Beiträge zur Auswirkung
von saurer Beregnung und Kalkung
in einem Fichtenaltbestand

Herausgegeben von

Prof. Dr. Karl Kreuzer und Dr. Axel Göttlein

Lehrstuhl für Bodenkunde in der Forstwissenschaftlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Unter Mitarbeit von

Prof. Dr. Reinhard Agerer, Dr. Kurt Bunzl, Dr. Manfred Fischer, Dipl.-Geogr. Eva-Maria Forster, Dipl.-Ing. agr. Eckhard George, Dr. Axel Göttlein, Dipl.-Biol. Ursula Habereeder, Dipl.-Ing. agr. Max Häußling, Dipl.-Biol. Bettina Hellmann, Martin Jäger, Prof. Dr. Karl Kreuzer, Klaus Lorenz, Dr. Franz Makeschin, Prof. Dr. Dr. h. c. Horst Marschner, Dipl.-Forstw. Erwin Maschning, Dipl.-Biol. Sigrid Meixner, Dipl.-Biol. Irene Nowotny, Dr. Hans Papen, Dipl.-Geogr. Karolin Pecht, Wolfgang Petrik, Dipl.-Forstw. Peter Pröbstle, Dr. Helmut Pruscha, Prof. Dr. Heinz Rennenberg, Dr. Hermann Rodenkirchen, Dipl.-Chem. Elisabeth Rodenkirchen, Dr. Heinz Röhle, Prof. Dr. Gunter M. Rothe, Dr. Rudolf Schierl, Dr. Wolfgang Schimmack, Dipl.-Biol. Alexander Vogelei, Regina von Berg, Dipl.-Biol. Roswitha Weber, Dipl.-Geogr. Martina Zuleger

Mit 89 Abbildungen und 79 Tabellen



1991

Verlag Paul Parey · Hamburg und Berlin

In der Reihe FORSTWISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNGEN sind lieferbar:

Heft 37: Forstgesetzgebung in der Bundesrepublik Deutschland. Übersicht nach Abschluß der Novellierung (1980). Bearb. von KARL HASEL und ROLF ZUNDEL. 1981. 63 S. Kartoniert. 29,50 DM. Für Bezieher des Forstw. Cbl. 23,60 DM.

Heft 38: Schadstoffbelastung des Waldes – Forstliche Konsequenzen. Hrsg. von HERMANN GRAF HATZFELD. 1983. 88 S. Kartoniert. 36,- DM. Für Bezieher des Forstw. Cbl. 27,- DM.

Heft 40: Zustand und Gefährdung des Bergwaldes. Ergebnisse eines Rundgespräches, veranstaltet und herausgegeben von der Kommission für Ökologie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Bearb. von EVI SCHUSTER. 1990. 123 S. Kartoniert. 42,- DM. Für Bezieher des Forstw. Cbl. 33,60 DM.

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Ökosystemforschung Höglwald: Beiträge zur Auswirkung von saurer Beregnung und Kalkung in einem Fichtenaltbestand/
hrsg. von Karl Kreuzer und Axel Göttlein. – Hamburg; Berlin:
Parey, 1991

(Forstwissenschaftliche Forschungen; H. 39)

ISBN 3-490-23916-4

NE: Kreuzer, Karl [Hrsg.]; Agerer, Reinhard; GT

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung des Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© 1991 Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin. Anschriften: Spitalerstraße 12, D-2000 Hamburg 1; Seelbuschring 9–17, D-1000 Berlin 42.

Satz und Druck: Wachholtz Druck, Rungestraße 4, 2350 Neumünster.

Einbandgestaltung: Evelyn Fischer, Hamburg.

ISSN 0071-772X · ISBN 3-490-23916-4

Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. Willi Laatsch
zum 85. Geburtstag gewidmet

Inhalt

Einleitung

- KREUTZER, K.; GÖTTLEIN, A.; PRÖBSTLE, P.; ZULEGER, MARTINA: Höglwaldforschung 1982–1989. Zielsetzung, Versuchskonzept, Basisdaten. – Höglwald research 1982–1989. Objective, concept, basic data 11
- GÖTTLEIN, A.; KREUTZER, K.: Der Standort Höglwald im Vergleich zu anderen ökologischen Fallstudien. – The Höglwald experimental site as compared to other ecological field studies 22

Wachstum und Ernährungszustand

- RÖHLE, H.: Entwicklung der wichtigsten ertragskundlichen Kenngrößen des Fichtenaltbestandes im Höglwald in der 6jährigen Beobachtungsperiode zwischen 1983 und 1988. – Development of the most important growth and yield data of the old spruce stand in the Höglwald during the 6-year observation period between 1983 and 1988 30
- KREUTZER, K.; PRÖBSTLE, P.: Einfluß von saurer Beregnung und Kalkung auf Ernährungszustand und Streufall von Altlichten. – The effect of simulated acid rain and liming on mineral nutrition and litter fall in a mature Norway spruce stand 35
- MASCHNING, E.: Weitere Entwicklung des visuellen Gesundheitszustandes im Fichtenaltbestand Höglwald. – Current health status of mature spruce in the Höglwald 40

Fichtenfeinwurzeln

- HÄUSSLING, M.; GEORGE, E.; LORENZ, K.; KREUTZER, K.; MARSCHNER, H.: Einfluß von saurer Beregnung auf Wachstum von Langwurzeln und pH-Werte in der Rhizosphäre von Fichten im Versuch Höglwald. – Effects of experimental acid precipitation on the growth of long roots and on pH-values in the rhizosphere of Norway spruce in the Höglwald project 44
- ROTHER, G. M.; VOGELI, A.: Biomasse, Stärke- und Saccharosegehalte von Fichtenfeinwurzeln (*Picea abies* [L.] Karst.) in Abhängigkeit von Standort und Jahreszeit – Höglwald und Hils im Vergleich. – Biomass, starch and sucrose contents of very fine roots of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) as affected by local site acidity (Höglwald and Hils) and season 49
- VOGELI, A.; ROTHER, G. M.: Vergleichende enzymatische Untersuchungen zum Kohlenhydrat-Stoffwechsel der Feinwurzeln von Fichten (*Picea abies* [L.] Karst.) an zwei unterschiedlich stark durch Protonenimmission belasteten Standorten (Höglwald und Hils). – Comparison of enzyme activities involved in the carbohydrate metabolism of very fine roots of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) growing at two locations of different acid deposition (Höglwald and Hils) 60
- NOWOTNY, IRENE; ROTHER, G. M.: Einfluß von Düngung und Mykorrhizierung auf das Isozymspektrum verschiedener Enzyme von Fichtenfeinwurzeln (*Picea abies* [L.] Karst.). – Influence of fertilization and mycorrhizal status on isozyme patterns of various enzymes occurring in very fine roots of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) 68

Bodenflora und Mikrobiologie

- RODENKIRCHEN, H.: Entwicklung der Waldbodenvegetation auf den Versuchsflächen des Höglwald-Experiments im Beobachtungszeitraum 1983–1989. – The change of ground vegetation on the differently treated plots of the Höglwald-experiment between 1983 and 1989 74
- MEIXNER, SIGRID; AGERER, R.: Auswirkungen von saurer Beregnung und Kalkung auf den Mykorrhizierungsgrad von *Oxalis acetosella* L. – Effects of simulated acid rain and liming on the mycorrhiza of *Oxalis acetosella* L. 86
- AGERER, R.: Streuzersetzende Großpilze im Höglwald-Projekt: Reaktionen im vierten Jahr der Behandlung. – Litter-decomposing macrofungi in the Höglwald Project: Reactions in the fourth year after treatment 99
- RODENKIRCHEN, H.; FORSTER, EVA-MARIA: Untersuchungen zur potentiellen Stickstoff-nettomineralisation und Nitrifikation in der organischen Auflage eines Fichtenbestandes nach Kalkung und künstlicher saurer Beregnung. – Effects of liming and simulated acid rain on the potential net nitrogen mineralization and nitrification in the organic floor of a Norway spruce stand 103
- PAPEN, H.; VON BERG, REGINA; HELLMANN, BETTINA; RENNENBERG, H.: Einfluß von saurer Beregnung und Kalkung auf chemolithotrophe und heterotrophe Nitrifikation in Böden des Höglwaldes. – The effect of experimental acid precipitation and liming on chemolithotrophic and heterotrophic nitrification in soils of the Höglwald 111

Bodenfauna

- MAKESCHIN, F.: Auswirkungen von saurer Beregnung und Kalkung auf die Regenwurm-fauna (Lumbricidae: Oligochaeta) im Fichtenaltbestand Höglwald. – Effects of experimental acid precipitation and liming on the earthworm fauna (Lumbricidae: Oligochaeta) of a mature stand of Norway spruce 117
- MAKESCHIN, F.; HABEREDER, URSULA: Einfluß von saurer Beregnung und Kalkung auf die Laufkäfer (Carabidae: Coleoptera) im Fichtenaltbestand Höglwald. – Effects of experimental acidification and liming on the carabid fauna (Carabidae: Coleoptera) in a mature spruce stand 128
- WEBER, ROSWITHA; MAKESCHIN, F.: Einfluß von saurer Beregnung und Kalkung auf die oberflächenaktiven Collembolen (Collembola: Apterygota) im Fichtenaltbestand Höglwald. – Effects of experimental acid precipitation and liming on surface-dwelling springtails (Collembola: Apterygota) in a mature stand of Norway spruce 134

Wasserhaushalt

- PRÖBSTLE, P.; JÄGER, M.; PETRIK, W.: Methodik und Fehlermöglichkeiten einer Tensiometeranlage zur automatischen Registrierung von Matrixpotentialen. – Methods and potential errors of the automatic recording system used with pressure transducer tensiometers 144
- PRÖBSTLE, P.; KREUTZER, K.: Näherungsweise Erfassung der Wasserbilanzen am Standort Höglwald. – Approximative appraisal of the water balance at the Höglwald site 151
- PRÖBSTLE, P.: Beiträge zum Wasserhaushalt von beregneten und unberegneten Parzellen im Höglwald. – Soil-water regime on irrigated and nonirrigated plots in the Höglwald-experiment 165

Bodenchemie

KREUTZER, K.; GÖTTLEIN, A.; PRÖBSTLE, P.: Auswirkungen von saurer Beregnung auf den Bodenchemismus in einem Fichtenaltbestand (<i>Picea abies</i> [L.] Karst.). – Effects of acid irrigation on soil chemistry in a Norway spruce stand (<i>Picea abies</i> [L.] Karst.)	174
KREUTZER, K.; GÖTTLEIN, A.; PRÖBSTLE, P.: Dynamik und chemische Auswirkungen der Auflösung von Dolomitmalk unter Fichte (<i>Picea abies</i> [L.] Karst.). – Dynamics and chemical effects of the dissolution of dolomite lime under Norway spruce (<i>Picea abies</i> [L.] Karst.)	186
SCHIERL, R.; KREUTZER, K.: Einfluß von saurer Beregnung und Kalkung auf die Schwermetall-dynamik im Höglwaldexperiment. – Influence of experimental acid precipitation and liming on the dynamics of heavy metals in the Höglwald experiment	204
GÖTTLEIN, A.; KREUTZER, K.; SCHIERL, R.: Beiträge zur Charakterisierung organischer Stoffe in wäßrigen Bodenextrakten unter dem Einfluß von saurer Beregnung und Kalkung. – Influence of experimental acid precipitation and liming on water soluble soil organic substances	212
GÖTTLEIN, A.; PRUSCHA, H.: Statistische Auswertung des Einflusses von saurer Beregnung und Kalkung auf die Wasserlöslichkeit organischer Bodeneinhaltsstoffe. – Influence of experimental acid precipitation and liming on water solubility of organic soil substances – statistical analysis of experimental treatments	221
FISCHER, M.; PECHT, KAROLIN: Bodenschwefel-Status verschiedener „Höglwald“-Teilflächen. Einfluß von Baumart und künstlicher schwefelsaurer Beregnung. – Soil-sulfur status of different „Höglwald“ plots. Influence of tree species and simulated acid rain	228
SCHIERL, R.; PRÖBSTLE, P.; RODENKIRCHEN, ELISABETH: Saure Perkolation von Bodenproben aus dem Höglwald: Vergleich von Labor- und Freilandversuchen. – Acid percolation in Höglwald soil samples: Comparison of laboratory and open-field results	237
SCHIMMACK, W.; BUNZL, K.; KREUTZER, K.; RODENKIRCHEN, ELISABETH; SCHIERL, R.: Einfluß von Fichte (<i>Picea abies</i> [L.] Karst.) und Buche (<i>Fagus sylvatica</i> L.) auf die Wanderung von Radiocäsium im Boden. – Effect of spruce (<i>Picea abies</i> [L.] Karst.) and beech (<i>Fagus sylvatica</i> L.) on the migration of radiocesium in the soil	242
KREUTZER, K.: Zusammenfassung der Ergebnisse aus der Höglwaldforschung 1984–1989/90. – Results of the Höglwald research project 1984–1989/90 – a synopsis . .	252